BULLETIN DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
2e Série — Tome 38 — N° 2, 1966, pp. 132-142.

OBSERVATIONS SUR LES LEUCOCYTES GRANULEUX DE QUELQUES ESPÈCES DE LA FAMILLE DES CYPRINIDAE

(Poissons téléostéens)

Par J. SPILLMANN

La nomenclature concernant les éléments figurés du sang chez les Poissons est encore incomplète et on est toujours obligé de se référer à celle des Mammifères et particulièrement de l'Homme. Il en résulte que certaines assimilations sont sujettes à caution, car il n'existe pas toujours une correspondance parfaite.

Une revue rapide s'impose de quelques-unes des principales publications ayant trait aux cellules granuleuses des poikilothermes et plus spécialement des Poissons. Nous commencerons cette revue par le mémoire de Drzewina (1911) qui a étudié un ensemble de 68 espèces, après avoir évoqué les travaux déjà parus. Drzewina reconnaît, chez *Carassius auratus* et *Tinca tinca*, des leucocytes neutrophiles et acidophiles. Elle note que les premiers présentent un certain degré d'acidophilie et que les seconds « se présentent sous un aspect un peu insolite ». La délimitation entre les deux lignées reste assez vague. Werzberg (1911), sur 15 espèces de poissons étudiées, n'a rencontré de « Mast cells » que chez *Carassius auratus*. Michels (1923) signale des « Mast cells » chez *Leuciscus sp.* et *Cyprinus carpio* tout en notant leur rareté dans le sang. Loewenthal (1927) étudie les variétés de globules blancs du sang chez le Cyprin doré. Il confirme l'existence de neutrophiles, les uns présentant des granulations bien visibles, les autres des granulations si fines qu'elles n'apparaissent à l'immersion que sous forme d'un dépôt poussiéreux. Il distingue par ailleurs deux sortes d'éosinophiles, la première ayant des granulations « plus épaisses que les neutrophiles et qui sont colorées en rouge clair (MG Giemsa) », les secondes présentant un semis de granulations fines, abondantes et vivement colorées. Enfin, il reconnaît l'existence de basophiles à granulations métachromatiques. Jordan (1938) distingue des « finely granular oxyphilic cells (special granulocytes heterophiles) » c'est-à-dire des cellules acidophiles à granulations fines et des « coarsely granular eosinophiles » cellules éosinophiles à granulations grosses. Il spécifie par ailleurs que les « heterophiles » du Poisson rouge ont des granulations rondes relativement grosses.

Duthie (1939) distingue des « Coarse granulocytes » à granulations éosinophiles ou basophiles et à réaction peroxydasique négative et des

« fine granulocytes » à granulations bien visibles en contraste de phase, se colorant mal ou pas du tout, quelquefois en rouge brillant (Giemsa) ; ces derniers ont une réaction peroxydasique positive. UNDRITZ (1946) note, à propos des neutrophiles mûrs, qu'ils « ne montrent chez l'homme et chez beaucoup d'animaux aucune granulation avec le Giemsa. Leur protoplasme est uniformément coloré par l'éosine ». On s'explique ainsi pourquoi DURAND (1950) distingue deux variétés de neutrophiles, granuleux et agranuleux. D'autre part, cet auteur précise n'avoir jamais rencontré d'éosinophiles dans le sang des poissons d'eau douce indochinois qu'il a étudiés. CATTON (1951) ne retient que des « coarse and fine granulocytes » sans prêter attention à leur coloration. JAKOWSKA (1956) reconnaît chez les Téléostéens l'existence des trois sortes classiques de granulocytes : neutrophiles, éosinophiles et basophiles. Elle note par ailleurs que « quelques individus ne possèdent pas de granulocytes typiquement éosinophiles, basophiles et neutrophiles ». WATSON, GUENTHER et ROYCE (1956) reconnaissent chez *Onchorhynchus nerka* (*Salmonidae*) la présence des éosinophiles et des basophiles. BESSE (1956) note l'absence d'éosinocytes et de basocytes dans les formules sanguines qu'il établit avec des Truites d'élevage. ARVY (1957) décèle des labrocytes dans le conjonctif inter-tubulaire rénal de *Protopterus annectens* (Dipneustes). WEINREB (1958) signale chez les *Salmonidae* des hétérophiles et la présence occasionnelle de basophiles et d'éosinophiles. TOPF (1955-1959) qui a étudié le sang de la Carpe (*Cyprinus carpio*), y reconnaît principalement deux sortes d'éléments granuleux. D'une part ce qu'il appelle les leucocytes ordinaires, d'autre part les thrombocytoblastes, reprenant le terme de DOMBROWSKI (1953). TOPF spécifie que, dans le sang circulant, les leucocytes matures sont neutrophiles mais que, dans les organes hemopoiétiques (rein) leurs granulations sont plus grosses et éosinophiles. Quant aux thrombocytoblastes ils représentent pour lui les « fine granulocytes » de la littérature anglo-saxonne. Ils se distinguent, à l'examen sur fond noir, par la grande luminosité de leurs granules. D'autre part, ces thrombocytoblastes se distinguent des leucocytes par une réaction peroxydasique négative. L'auteur considère que les cellules de la Carpe ne doivent pas être assimilées aux granulocytes humains, à cause de la distribution des granules dans le cytoplasme, distribution qui se trouve limitée à une sorte de vacuole. Ces thrombocytoblastes donneraient naissance d'après DOMBROWSKI à des thrombocytes à la manière dont ces derniers se forment chez l'homme à partir des mégacaryocytes. SLICHER (1961) ne reconnaît chez *Fundulus heteroclitus* (*Cyprinodontidae*) que des granulocytes éosinophiles. Les neutrophiles et les basophiles sont considérés comme manquants. UYS de VILLIERS PIENAAR (1962) publie un important travail sur le sang des Reptiles sud-africains. Il rassemble sous le vocable de Leucocytes « azurophiles » un groupe de cellules granuleuses qu'il distingue des éosinophiles et des neutrophiles. Il déclare à cet égard qu'aucun type ou groupe de leucocytes se rencontrant dans le sang des vertébrés inférieurs, n'a causé tant de malentendus, de descriptions ambiguës et de controverses. La granulation de ces leucocytes peut être colorée électivement par l'azur pur. Les réactions peroxyda-

sique et lipoidique sont variables suivant les groupes ; c'est ainsi que la réaction peroxydasique est négative chez un Lézard (*Cordylus vittifer*) qui fait l'objet d'une longue étude, alors qu'elle est, au contraire, positive chez tous les Serpents.

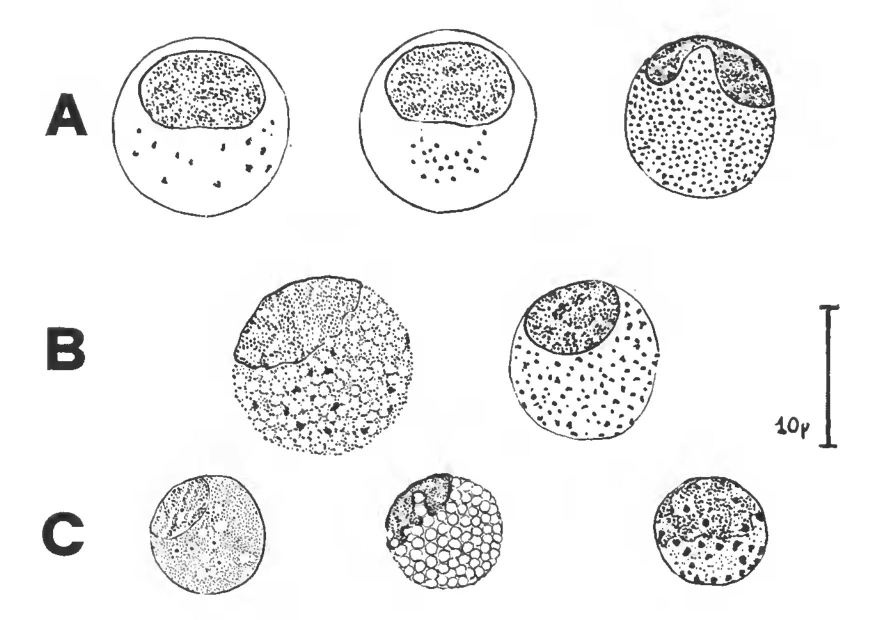
Ce bref aperçu de quelques travaux où il est question des granulocytes chez les Poikilothermes et plus particulièrement chez les Poissons, met suffisamment en évidence le fait que, chez ces derniers, la question des granulocytes n'est pas encore au point. En effet, les frontières entre chaque catégorie sont mal délimitées et l'on éprouve quelques embarras devant les diverses qualifications employées sans que l'on puisse toujours savoir quelle est la nature exacte des granulations dont il est question.

Je vais essayer de dégager les faits que j'ai pu relever en étudiant de très nombreuses lames de sang ou empreintes de rein, organe où la granulocytopoièse est active. Mes recherches ont porté principalement sur la Famille des *Cyprinidae* et plus particulièrement sur deux espèces, le Poisson rouge, *Carassius auratus* (L) et la Tanche *Tinca tinca* (L).

Les Leucocytes les plus constamment rencontrés dans le sang sont des cellules qui à la suite d'une coloration panoptique (May Grünwald Giemsa), montrent un noyau normalement bien coloré et à réseau chromatinien bien dessiné. Ce noyau peut être entier ou bilobé ; dans le premier cas, il est rond ou ovale, dans les deux cas il occupe une position excentrique.

Un certain polymorphisme s'observe dans les formes immatures qui ne sont pas rares dans le sang. Le noyau peut être plus ou moins lobé parfois affectant une forme rectangulaire à angles mousses, d'autres fois il est réniforme. On n'observe pas une succession régulière telle que celle qui a permis, chez les Mammifères, de classer les phases successives de l'évolution de la cellule.

Le cytoplasme apparaît habituellement d'une couleur lilas pâle, sur laquelle les granulations tranchent le plus souvent mal. Parfois le cytoplasme est à peine coloré et ses contours sont peu apparents. Certaines cellules immatures, à rapport nucléo-cytoplasmique relativement élevé, montrent encore un cytoplasme partiellement basophile où peuvent subsister quelques granulations azurophiles. Les granulations sont généralement plus apparentes à la suite de la seule coloration au May Grünwald. Cela est surtout évident dans les empreintes de rein où les éléments immatures dominent. Elles apparaissent alors rondes, de tailles sensiblement identiques et, en plus pâle, d'une coloration assez voisine de celle du cytoplasme des erythrocytes. Cette coloration n'est pas obtenue d'une manière régulière mais, quand elle est obtenue, on peut colorer ces mêmes granulations en rose, par l'éosine, après une fixation à l'alcool methylique. Si les préparations sont au préalable traitées par un fixateur tel que le Helly ou même le Bouin Hollande, la coloration rose obtenue avec l'éosine est encore plus nette. Il y a lieu de rappeler, à cet égard, que dans les coupes de rein fixées au Helly et colorées ensuite à l'hémalum éosine, ces mêmes cellules ont leurs granulations colorées en



De gauche à droite :

A. — *Leucocytes neutrophiles* (Carassius auratus).

1° Cellule du tissu hemopoiétique rénal, à cytoplasme basophile, montrant quelques granulations indifférenciées, rouge rubis à la coloration panoptique.

2° Cellule au même stade de développement, montrant les premières granulations spécifiques apparaissant en noir (noir Cerol B). Il existe encore des granulations indifférenciées apparaissant après le deuxième temps de la coloration panoptique et qui ne sont pas figurées ici.

3° Une cellule adulte de la même lignée dans le sang. Les granulations spécifiques apparaissent en noir (noir Cerol B).

B. — *Leucocytes azurophiles*, au sens de Villiers (Tinca tinca).

1° Leucocyte du tissu hémopoiétique rénal à cytoplasme basophile vacuolisé, avec matériel punctiforme basophile (coloration panoptique). Cette cellule est négative au Cérol B. Les granulations apparaissent en bleu foncé avec l'Azur 1.

2° Un Leucocyte adulte du sang, avec granulations rouge rubis à la coloration panoptique. Cette cellule est négative au Cerol B et son cytoplasme est faiblement acidophile. Un certain nombre au moins de ces granulations apparaissent en bleu foncé quand on les colore avec l'Azur I.

C. — *Leucocytes èosinophiles et Labrocyte* (Carassius auratus).

1° Cellule du tissu hèmopoïètique rènal. Cytoplasme basophile au sein duquel apparaissent des vésicules d'abord chromophobes. Dans la suite se distinguent des granulations acidophiles qui communiquent peu à peu une teinte rose à la vacuole en s'y diluant (coloration panoptique). Cette cellule est négative au Cérol B.

2° Une cellule adulte. La teinte des vacuoles est devenue jaune orangé (coloration panoptique). Le cytoplasme est faiblement acidophile.

3° Une cellule du tissu hémopoiétique rénal à granulations metachromatiques (pourpre au Bleu de Toluidine). Le cytoplasme offre une teinte pourpre diffuse. La cellule est négative au Cèrol B.

rose par l'éosine. Ces granulations témoignent donc d'une certaine acidophilie qu'elles ont perdu dans la cellule mature arrivée dans la circulation sanguine. On peut cependant trouver dans le sang des cellules immatures ayant encore des granulations acidophiles. Topf a fait des observations analogues chez *Cyprinus carpio.* Colorées par le bleu de Toluidine, ces granulations témoignent parfois d'une faible réaction metachromatique, rouge clair, différente de celle donnée par les labrocytes.

Examinées en contraste de phase, ces cellules se révèlent mobiles et leurs granulations apparaissent en noir. En coloration vitale par le Bleu de Nil, elles se colorent régulièrement en bleu, alors que les résultats obtenus avec les préparations séchées sont variables.

Les méthodes de recherche des graisses, des peroxydases et du glycogène donnent les résultats suivants :

Recherche des graisses

Technique de Rheingold et Wislocki	+
Tetroxyde d'Osmium	+

Recherche des peroxydases

Technique de Sato et Selkiya	+

Recherche du Glycogène

APS : technique de Hotchkiss	+
Iode (résultats irréguliers)	

Si l'on recherche dans les empreintes de rein l'origine de ces cellules, on trouve tout d'abord des cellules souches à gros noyau dont la chromatine finement ouvragée présente plusieurs nucléoles. Ces noyaux sont ceints d'un mince anneau de cytoplasme basophile. Ces blastes ne possèdent pas encore de granulations. D'autres cellules dont le rapport nucléo-cytoplasmique a diminué, commencent à montrer, éparses dans le cytoplasme, quelques granulations azurophiles. Dans des cellules à rapport nucléo-cytoplasmique voisin de l'unité et dont le noyau possède encore parfois des nucléoles, commencent à apparaître des granulations spécifiques. Ces granulations qui se colorent plus ou moins vivement en rouge dès le premier temps de la coloration panoptique (MG) s'observent le plus souvent groupées au voisinage du noyau, autour du centrosome qui apparaît en clair au milieu du cytoplasme basophile.

Les granulations de ces cellules ont une réaction lipoïdique positive. A quoi rattacher ces cellules ? elles semblent bien correspondre aux leucocytes les plus généralement qualifiés de neutrophiles chez les Poissons. Les réactions cytochimiques de ces cellules militent en faveur de leur assimilation aux neutrophiles des Mammifères, toutefois elles en diffèrent quelque peu.

En effet, si l'on en croit Discombe (1946), les granulations neutrophiles des Mammifères seraient en réalité basophiles, la coloration obtenue avec les méthodes panoptiques serait due à une superposition de colorants. Or, chez les Poissons étudiés ici, les granulations marquent au contraire une tendance à l'acidophilie. Elles témoignent à la fois, au moins à cer-

tains stades de leur évolution, d'affinités multiples : avec le May Grünwald on obtient des teintes pouvant aller du jaune très pâle au rouge Magenta, cela vraisemblablement en relation avec leur degré d'acidophilie. L'éosine colore en rose les granulations des cellules qui sont dans le tissu lymphoïde intercaniculaire du rein ou dans les sinus veineux. Une coloration faiblement metachromatique est parfois obtenue avec le Bleu de Toluidine.

Compte tenu du fait que, dans la circulation sanguine, l'élément mature a des granulations qui se colorent très mal aussi bien par les colorants acides que par les basiques, il semble que l'on puisse conserver à ces cellules le qualificatif de granulocytes neutrophiles.

Une deuxième catégorie de leucocytes est représentée par des cellules sensiblement de la même taille que les premières mais qui en diffèrent par la présence jusque dans les cellules matures de granulations plus ou moins vivement colorées en rouge par la coloration panoptique et dont le noyau excentrique est toujours entier, rond ou ovale. Les granulations sont de tailles variables, elles peuvent être assez grosses mais le plus fréquemment elles sont fines. Elles ne se colorent pas par l'éosine.

De plus, ces cellules diffèrent de celles précédemment décrites par leurs réactions lipoïdique et peroxydasique négatives. Dans le premier temps de la coloration panoptique (MG) le cytoplasme de ces cellules montre souvent une structure aréolaire très légèrement basophile dans les mailles de laquelle apparaissent un certain nombre de granulations rouges. Après le deuxième temps (Giemsa) le nombre des granulations colorées a augmenté et le fond cytoplasmique est souvent légèrement rosé.

Quand on colore par l'Azur pur (Azur I), on obtient un certain nombre de granulations colorées en bleu foncé. Il y a lieu de noter à cet égard que l'on obtient, avec l'Azur pur, dans le rein, une coloration metachromatique des granulations indifférenciées des blastes.

Si l'on recherche dans les empreintes de rein la filiation des cellules dont il vient d'être question, on en trouve la première origine décelable dans des cellules à cytoplasme basophile plus ou moins vacuolisé, dans lequel apparaissent progressivement des granulations rouges, évidentes surtout après le deuxième temps de la coloration panoptique et qui semblent dériver du matériel intervacuolaire, basophile dans les stades plus précoces. Les vacuoles sont le plus souvent chromophobes mais, après fixation aux vapeurs de formol notamment, leur contenu apparaît plus ou moins acidophile. Les réactions lipoïdiques de ces cellules sont toujours négatives. Qu'il s'agisse de *Carassius* ou de *Tinca*, j'ai surtout travaillé sur des individus jeunes, âgés de moins de un an, mais les quelques comparaisons que j'ai pu effectuer semblent montrer une plus grande fréquence des cellules vacuolisées chez les jeunes que chez les adultes. Le cytoplasme des cellules matures que l'on rencontre dans le rein, ou dans le sang, n'apparaît plus vacuolisé, il a de plus perdu sa basophilie.

Une troisième catégorie de cellules que l'on rencontre exceptionnellement dans le sang, mais que l'on trouve parfois en abondance relative dans certaines empreintes de rein, est une cellule qui, au départ, offre

quelque ressemblance avec celles qui viennent d'être décrites. Il s'agit de cellules à rapport nucléocytoplasmique voisin de l'unité, présentant également un cytoplasme basophile plus ou moins vacuolisé, dans les vacuoles duquel apparaissent, et ici dès le premier temps de la coloration panoptique, des granulations rouges. Ces granulations s'agrandissent en paraissant en quelque sorte se diluer dans la vacuole qui prend alors une teinte rose. Le nombre de ces vésicules colorées augmente progressivement dans le même temps que le rapport nucléo-cytoplasmique et la basophilie initiale du cytoplasme diminuent.

Dans les cellules complétement garnies de granulations, la basophilie du cytoplasme a finalement disparu. La coloration des granulations devient peu à peu jaune orangé. Le noyau des cellules matures est de petite taille, excentrique, rond ou oval, quelquefois bilobé. Ces cellules, tout au moins dans les stades immatures, les seuls rencontrés en nombre suffisant pour être testés, donnent des réactions lipoïdiques et peroxydasique négatives.

Tel est le processus suivant lequel se forment des cellules qui me paraissent devoir être considérées comme des granulocytes éosinophiles. Leurs granulations sont d'une taille nettement supérieure à celle des granulations des leucocytes précédemment étudiés. Là encore ces cellules paraissent différer des granulocytes des Mammifères, car je n'ai pu observer de phase basophile dans l'évolution des granulations. Enfin, les réactions lipoïdique et peroxydasique négatives rapprocheraient ces cellules des granulocytes éosinophiles des Urodèles. Le fait de la grande rareté des éléments matures, non seulement dans le sang mais également dans le rein, donne à penser que, pour le plus grand nombre, la maturité de cette lignée s'accomplit ailleurs que dans ces deux tissus.

Très exceptionnellement dans le sang, rarement dans le rein, tout au moins chez *Carassius* et *Tinca*, se rencontrent des cellules muriformes à granulations metachromatiques au Bleu de Toluidine. Le noyau est grand, le cytoplasme peu abondant, les granulations assez grosses, de formes diverses mais en majorité arrondies. Elles masquent en partie ou totalement le noyau. Ces cellules correspondent aux descriptions données des Labrocytes.

Le nombre restreint de ces cellules ne m'a pas permis de suivre leur processus de formation. Chez une espèce de la Famille des *Cichlidae* (*Tilapia mossambica*) on rencontre plus fréquemment de telles cellules. Là, j'ai pu observer qu'à côté de cellules muriformes caractéristiques, à forte coloration metachromatique, pourpre au Bleu de Toluidine, on trouve des cellules désintégrées dont le contenu cytoplasmique a éclaté, avec des granulations éparses autour du noyau. Les réactions aux colorants de ces granulations dispersées sont en quelque sorte atténuées, elles ont perdu totalité ou partie de leur metachromasie au Bleu de Toluidine, elles apparaissent mauve grisâtre au May Grünwald, rose pâle à l'éosine, violet pourpre au May Grünwald Giemsa.

Enfin, je trouve, dans le sang, des granulations éosinophiles (jaune orangé au MG Giemsa) dans de petits leucocytes présentant les aspects successifs suivants : au départ, une cellule d'aspect lymphoïde et de taille

sensiblement égale à celle d'un moyen lymphocyte. On trouve de ces cellules renfermant à la fois des débris phagocytés (acidophiles) et quelques granulations éosinophiles de forme ronde. On observe des transitions jusqu'au remplissage complet de la cellule par les granulations, il n'y a plus trace alors de basophilie du cytoplasme. Dans certaines cellules on observe des granulations de tailles inégales, certaines même n'ont plus qu'une grosse granulation remplissant la totalité de la cellule et paraissant bien due à la coalescence progressive des petites. Le noyau est alors rejeté à la périphérie de la cellule où il apparaît comme écrasé. Certaines images ne montrent plus qu'un disque éosinophile où il n'y a plus trace de noyau. La présence fréquente de débris phagocytés, associés aux granulations éosinophiles dans ces cellules, permet de penser qu'il ne s'agit pas ici de formations endogènes mais plutôt d'un processus d'excrétion de matériel phagocyté.

Conclusions.

On peut distinguer chez *Carassius auratus* et *Tinca tinca*, quatre lignées différentes de granulocytes. De ces quatre, deux seulement sont fortement prédominantes et pratiquement seules rencontrées dans le sang. Ce sont :

1° les granulocytes à réactions lipoïdique et peroxydasique positives ;

2° les granulocytes à réactions lipoïdique et peroxydasique négatives.

Les premiers me paraissent correspondre à ce que Topf appelle chez *Cyprinus carpio* les leucocytes ordinaires. Je pense qu'il y a lieu de maintenir pour cette lignée la dénomination de granulocytes neutrophiles. Le terme de polynucléaires est cependant à éviter bien que le noyau soit parfois bilobé et même, exceptionnellement, trilobé.

Les seconds me semblent bien être ce que Dombrowski et Topf qualifient de thrombocytoblastes. Or, on observera :

1° que Topf considère ses thrombocytoblastes comme équivalents des « fine granulocytes » de la littérature anglo-saxonne ;

2° que pour Jordan, les « heterophiles » sont des « finely granular eosinophilic leucocytes » ;

3° enfin que Villiers met en synonimie de ses granulocytes « azurophiles » les « heterophiles » de Jordan.

Ces trois dénominations correspondent donc à une même lignée. C'est cette même lignée que je retrouve chez *Carassius* et *Tinca*, donnant des réactions lipoïdique et peroxydasique négatives.

D'autre part, si certaines au moins des granulations de ces cellules possèdent des granulations à caractère acidophile (MG), le plus grand nombre apparaît surtout après le traitement au Giemsa (éosinate d'Azur). De plus on observe que certaines granulations de ces mêmes cellules se colorent en bleu foncé par l'Azur pur (Azur I) alors qu'au contraire les

granulations de la lignée à réactions lipoïdique et peroxydasique positives ne se colorent pas.

Compte tenu des observations qui précèdent, je crois que le terme le plus convenable pour qualifier ce groupe de cellules est celui créé par Villiers de Granulocyte « azurophile ».

En ce qui concerne les fonctions de ces cellules, elles restent encore énigmatiques. Dombrowski considère que les thrombocytoblastes donnent naissance à des thrombocytes à la manière des megacaryocytes chez les Mammifères, c'est-à-dire que ses thrombocytes sont synonymes de plaquettes sanguines donc de fragments cytoplasmiques dépourvus de noyau. Je n'ai pas pu observer le processus de libération de ces thrombocytes, ce qui me retient de partager l'interprétation de cet auteur.

Par contre, j'ai pu observer d'une manière qui me paraît assez convaincante, la participation d'autres éléments au processus de coagulation du sang. Ces éléments sont également connus sous le nom de thrombocytes mais sont, eux, de véritables cellules. Dans les tous premiers temps de l'examen d'un sang frais en contraste de phase, ces thrombocytes apparaissent sous l'aspect de petites cellules de forme ronde ressemblant à des lymphocytes. Dans la suite immédiate, le thrombocyte se distingue en étalant son cytoplasme sur le support, puis, secondairement le noyau se désagrège. Il ne reste finalement qu'un petit amas informe avec quelques gouttelettes d'un noir plus ou moins intense représentant vraisemblablement une condensation de chromatine. Autour de ces débris s'irradient des filaments de fibrine. Ces phénomènes mettent en évidence l'intervention des thrombocytes dans le processus de coagulation du sang.

Au lieu d'être isolés, les thrombocytes sont souvent agglomérés en une petite masse où les cytoplasmes se sont fondus. Ils donnent alors naissance à des images dans lesquelles les erythrocytes sont emprisonnés entre les filaments de fibrine, figurant comme les rayons d'une roue dont les thrombocytes représentent le moyeu.

Watson, Guenther et Royce ont décrit, chez les *Salmonidae*, des phénomènes analogues.

Le fait que les thrombocytes soient, chez les Poissons, des éléments nucléés ne rend pas le processus de la coagulation fondamentalement différent de ce qu'il est chez les Mammifères et en particulier chez l'Homme.

En effet, Bessis a mis définitivement en évidence au microcinéma la naissance des plaquettes aux dépens du cytoplasme des megacaryocytes. Donc, chez l'Homme, la plaquette est une partie du cytoplasme libérée par cette cellule lorsqu'elle est arrivée au stade thrombocytogène, alors que, chez les Poissons, les thrombocytes sont des éléments nucléés, de véritables cellules qui gardent leur intégrité jusqu'à leur intervention dans la coagulation. Cependant il est évident que c'est bien le cytoplasme de cette même cellule qui est actif. Il semble alors que l'on puisse en quelque sorte considérer le thrombocyte des Poissons simplement comme une cellule plus primitive que le megacaryocyte et dont le cytoplasme est moins hautement spécialisé.

En résumé et concernant les cellules granuleuses du sang de *Carassius auratus* et de *Tinca tinca*, il y a lieu de distinguer quatre lignées de granulocytes, deux d'entre elles sont dominantes, ce sont celles des neutrophiles et des azurophiles (au sens de Villiers), les deux autres sont occasionnelles, ce sont celles des éosinophiles et des labrocytes (granulocytes à granulations metachromatiques).

A des variantes de détail près, les observations faites sur les deux espèces précitées paraissent pouvoir être étendues à toute la Famille des *Cyprinidae*.

Laboratoire de Zoologie
(Reptiles et Poissons) du Muséum.

RÉFÉRENCES

Arvy, L., 1957. — Les labroeytes ehez *Protopterus annectens* Owen. *C. R. Assoc. Anatom. XLIVe Réunion*, Leyde.

Besse, P., 1955. — Recherches sur l'étiologie de l'anémie infectieuse de la Truite. *Bull. Ac. Vet. France*, **5**, pp. 194-199.

Bessis, M., 1954. — Traité de Cytologie sanguine. Paris, Masson édit.

—, 1957. — Mieroscopie de phase et microscopie électronique des cellules du sang. *Biol. med.*, **46**, n° 3, pp. 1-50.

Catton, W. I., 1951. — Blood cells formation in eertain Teleost fishes. *Blood*, **6**, pp. 39-60.

Dombrowski, H., 1953. — Untersuehungen über das Blut des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.) und einiger anderer Süsswasserfiseharten. *Biol. Zbl.*, **72**, Leipzig, pp. 182-195.

Drzewina, A., 1911. — Contribution à l'étude des leueoeytes granuleux du sang des Poissons. *Archiv. Anat. microscop.*, **13**, fase. 2, pp. 319-376.

Durand, J., 1950. — Étude morphologique et physiologique du sang, de l'immunité naturelle et aequise ehez quelques poissons indochinois. Thèse sei. Poitiers.

Duthie, E. S., 1939. — The origin, development and function of the blood eells in certain marine Teleosts. part. I, Morphology. *J. Anat.*, **73**, pp. 396-412.

Fijan, N., 1961. — Die Haemopoetisehe Funktion der Niere bei einigen Süswasserfiseharten. *Bioloski Glasnik*, **14**, pp. 167-216.

Jakowska, S., 1956. — Morphologie et nomenelature des cellules du sang des Téléostéens. *Rev. Hémat.*, **11**, n° 5, pp. 519-539.

Jordan, H. E., 1938. — Comparative Hematology. in « Handbook of Hematology » edit. by Hal Downey, **2**, pp. 703-862.

— et C. C. Speidel, 1924. — Studies on lymphocytes II. The origin, function and fate of the lymphoeytes in fishes. *J. Morph.*, **38**, pp. 529-548.

Laur, C. M., 1949. — Étude des leueoeytes mononueléaires granuleux chez la Carpe. *Le sang*, 1949, pp. 452-460.

Loewenthal, N., 1927. — Sur lcs variétés de globules blancs du sang chez le Cyprin doré (*Carassius auratus*). *Arch. Anat. Hist. Embr.*, **7**, pp. 315-322.

Michels, N. A., 1923. — The Mast-cells in the lower Vertebrates. *La Cellule*, **33**, pp. 339-462.

Undritz, E., 1946. — Les cellules sanguines de l'Homme et dans la série animale. *Schweiz. Med. Wschr.*, **76**, p. 88.

Stobbe, H. et G. E. Freytag, 1962. — Zytomorphologie von Blutzellen. I. die Blutzellen von Schwanzlurchen (Caudata, Salamander und Molche). *Acta biolog. et Med. germanica.*, **9**, Heft 5, pp. 534-549.

Thierry, J. P. et M. Bessis, 1956. — Mécanisme de la plaquettogénèse. Étude *in vitro* par la microcinématographie. *Rev. hemat.*, **11**, pp. 162-174.

Topf, W., 1955. — Die Blutbildung und die Blutbildungsstätten beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). *Zeitschrift für fischerie*, Berlin, **4**, N. F. Heft 3-4, pp. 257-288.

—, 1959. — Das Verhalten der Thrombozytoblasten und der Leucozyten des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.) im Dunkelfeld. *Zool. Anz.*, **163**, pp. 190-193.

Watson, M. E., R. W. Guenther et R. D. Royce, 1956. — Hematology of healthy and virus diseased Sockeye Salmon, *Onchorynchus nerka*. *Zoologica*, New York, **41**, pp. 27-37.

Weinreb, E. L., 1958. — Studies on the histology and histopathologie of the Rainbow Trout, *Salmo gairdneri irideus*. I. Hematology under normal and experimental conditions of inflammation. *Ibid.*, **43**, pp. 145-154.

Werzberg, A., 1911. — Studien zur Vergleichenden Hämozytologie einiger Poikilothermen Vertebraten. *Folia Haem.*, **11**, p. 17.